

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号
特表2002-517731
(P2002-517731A)

(43) 公表日 平成14年6月18日 (2002.6.18)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターコード* (参考)
G 0 1 S 5/02 5/14		G 0 1 S 5/02 5/14	Z 5 J 0 6 2

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 40 頁)

(21) 出願番号 特願2000-552514 (P2000-552514)
(86) (22) 出願日 平成11年5月28日 (1999.5.28)
(85) 翻訳文提出日 平成12年11月29日 (2000.11.29)
(86) 国際出願番号 PCT/AU99/00423
(87) 国際公開番号 WO99/63358
(87) 国際公開日 平成11年12月9日 (1999.12.9)
(31) 優先権主張番号 PP 3754
(32) 優先日 平成10年5月29日 (1998.5.29)
(33) 優先権主張国 オーストラリア (AU)

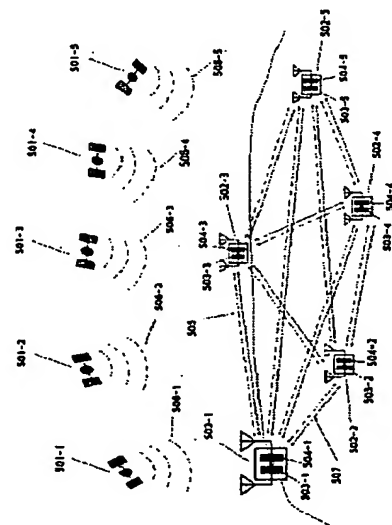
(71) 出願人 キューエックス コーポレイション プロ
プライエタリー リミテッド
オーストラリア オーストラリアン キャ
ピタル テリトリー 2817 ギーニンデラ
ハイツ トッターデル ストリート 1
ジョージア コート ユニット 4
(72) 発明者 スモール ディヴィッド
オーストラリア オーストラリアン キャ
ピタル テリトリー 2817 ギーニンデラ
ハイツ トッターデル ストリート 1
ジョージア コート ユニット 4
(74) 代理人 弁理士 中村 稔 (外9名)
Fターム (参考) 5J062 CC06 PP01

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ネットワーク測位システム (NPS) を設けるための方法、及び、装置

(57) 【要約】

ネットワーク測位システム (NPS: Network Positioning System) は、GNSSに同期化したネットワークから発信するGNSSのような信号を使い、このネットワークは、地上設置型で低価格の測位ユニット装置を備える。これらの測位ユニット装置は、衛星不明瞭環境 (satellite obscured environment) で、単独位置及び相対位置を決定するために使われ、これによりGNSSとNPSとの間でも、継ぎ目なくトランジションする。(例えば戸外から屋内への送信)。測位ユニット装置は自己統合型なので、測位ユニット装置をGNSSにもNPSにも組み込むことが容易である。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】測位ユニット装置のネットワークをつくる方法で、

(a) 測位ユニット装置が視界内の全ての測位信号、GNSS(Global Navigation Satellite System: 全地球航空衛星システム)の衛星及び他の測位ユニット装置から選ばれた前記測位信号を決定し、

(b) 前記測位ユニット装置が、前記測位信号から、自己位置を決定し、

(c) 前記測位ユニット装置が、自己測位信号を送信する、

というステップを踏む方法。

【請求項2】請求項1で述べられた方法で、全ての測位ユニット装置をGNSSに同期化させる方法。

【請求項3】請求項1で述べられた方法で、全ての測位ユニット装置がその測位ユニット装置の位置を表す搬送波を変調する送信手段を含む方法。

【請求項4】請求項1で述べられた方法で、測位ユニット装置が変調された搬送波、GNSS衛星と測位ユニット装置を備えるグループから選ばれる前記変調された搬送波信号を受信するための受信手段を含む方法。

【請求項5】請求項1で述べられた方法で、測位ユニット装置が変調された搬送波信号、測位ユニット装置の位置決定のための測距情報を引き出すためにGNSS衛星と測位ユニット装置を有するグループから選ばれる前記変調された搬送波信号を復調する手段を含む方法。

【請求項6】請求項1で述べられた方法で、測位ユニット装置が変調された搬送波信号、測位ユニット装置間で送信される通信データを引き出すためにGNSS衛星と測位ユニット装置を有するグループから選ばれる前記変調された搬送波信号を復調する手段を含む方法。

【請求項7】請求項1で述べられた方法で、測位ユニット装置が変調された搬送波信号、測位情報の精度を高める補正値を引き出すために、GNSS衛星と測位ユニット装置を有するグループから選ばれる前記変調された搬送波信号を復調する手段を含む方法。

【請求項8】請求項1で述べられた方法で、測位ユニット装置が変調された搬送波信号のための2周波送信手段手段を含み、搬送波位相整数値バイアス決定技術

を使用する方法。

【請求項9】請求項1で述べられた方法で、測位ユニット装置が複数の測位ユニット装置からの変調された2周波信号搬送波信号を復調する手段を含み、搬送波位相整数値バイアス決定技術を使用する方法。

【請求項10】(a)GNSS衛星と他の測位ユニット装置を有するグループから選ばれる測位信号を受け取る手段と、

(b)前記測位信号から距離計算と位置計算を行うための手段と、

(c)独自の測位信号を送信する手段と、

を備えた測位ユニット装置。

【請求項11】請求項10で述べられた装置で、前記独自の測位信号のパルス送信をする手段を含む装置。

【請求項12】請求項10で述べられた装置で、前記独自の測位信号を2周波送信する手段を含む装置。

【請求項13】請求項10で述べられた装置で、前記位置決定信号と前記独自の測位信号を3周波受信する手段を含む装置。

【請求項14】請求項10で述べられた装置で、受信した前記測位信号の補正値を出す手段を含む装置。

【請求項15】請求項10で述べられた装置で、前記独自の測位信号を2周波送信する手段を含む装置。

【請求項16】請求項10で述べられた装置で、受信した前記測位信号と前記独自の測位信号を3周波受信する手段を含む装置。。

【請求項17】請求項10で述べられた装置で、受信した前記測位信号と前記独自の測位信号の搬送位相整数値サイクル不確実性を解く手段を含む装置。

【請求項18】測位ユニット装置ネットワークを広げる方法で、

(a)測位ユニット装置が、視界内の全測位信号、GNSS衛星と他測位ユニット装置を有するグループから選ばれる前記測位信号を決定し、

(b)前記測位ユニット装置が、前記他測位ユニット装置との関係、予め決められた選択基準により決定する上記関係を決定するために、前記他測位ユニット装置から視界内にある前記測位信号を観測し、

(c) 前記測位ユニット装置が前記関係に基づいた独自の測位信号を選び、

(d) 前記測位ユニット装置が前記独自の測位信号を送信する、

ステップを有する方法。

【請求項19】 請求項18で述べられた方法で、全ての測位ユニット装置がGNSSに同期化される方法。

【請求項20】 請求項18で述べられた方法で、測位ユニット装置間の送信データを引き出すために、変調された搬送波、GNSS衛星と測位ユニット装置を有するグループから選ばれる上記変調された搬送波を復調する手段を含む方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

本発明は、一般的に言うと、未知位置にある物体又は利用者が複数のソースから信号を受信し、そこから得られる情報を使用してその物体又は利用者の現在位置を決定するという測位システム(positioning system)に関係するものである。更に詳しく言うと、本発明は、衛星不明瞭環境(satellite obscured environment; 衛星からの信号が届かない場所)における高精度位置決定のため、GNSS(Global Navigation Satellite System; 全地球航空衛星システム)に同期化する自己統合型の測位ユニット装置(positioning-unit device)のネットワークを使った測位システムに関係するものである。

発明の背景

人類は、ある人又は物体が、地球表面のどの位置にあるのかを正確に測る必要性を絶えず思考してきた。実際、位置を割り出す正確さ及び予測能力は、文明科学技術の高さを判断する尺度である。人類は、六分儀とクロノメータ、慣性誘導システム、LORAN、TRANSIT、そして最近ではGPSへと進歩し、地上の位置観測及び航法技術を向上させてきた。

【0002】

米国政府によって作成された24の衛星を有するGPS衛星群は、搭載原子時計によるクロック信号(timing signal)を送信している。開発が進んだ精密な様式を使用して、3つ以上の衛星から信号を同時に受信する利用者受信機は、緯度と経度という絶対的な地球座標を使って、自己位置決定ができる。GPSは、全世界で利用可能だということと、リーズナブルな正確さと、エンドユーザーに無料だということから、位置決定に大きく貢献している。

【0003】

GPSは、技術的には高度なものであるが、消費者レベルで広く採用されるには、大きな制限がまだいくつかある。第一に、GPSの信号を受信するために、受信機は、「視界内にある(in view)」衛星を必要とする。。これは、大きい障青物が衛星と受信機の間に存在してはならないことを意味する。第二に、GPS方式では、2次元(即ち、緯度及び経度)決定のためには3つ以上の衛星が、また3次元決

定(すなわち緯度、経度、及び、標高)決定のためには4つ以上の衛星が、視界内にある必要がある。これらの二つの重大欠点が組合わさると、「都市峡谷(urban canyons)」のような市街地においては、GPSへの信頼性は著しく低下し、また、屋内や障害物を有する環境では、標準GPSは全く機能しない。従って、世界人口の大半が生活する都市環境においては、GPSの使用は非常に限られている。「消費者」にとって、GPSには、他にも使用限界があり、それは、GPSのグローバルな可用性と、GPSの適度な高精度を得られる能力から生じる。内在的に、GPSは、約15メートルの正確さを出す能力を持っている。米国政府は、敵国からの武器の正確発射というかたちで、自国の衛星システムが敵に使われる可能性を懸念するようになった。この理由で、GPSネットワークでの民間用信号は、正確に暗号化された米国軍の信号と比較して、意図的に劣化させられている。一般にSA(Selective Availability, 選択利用性)と呼ばれるこの劣化操作により、民間用信号の精度は約100メートル2dRMSに減少されている。

【0004】

SA制限を克服するために、DGPS(Differential GPS; ディファレンシャルGPS)というシステムが、局地的に民間ユーザーのために開発された。DGPSにより、携帯装置(mobile)のユーザーは、誤差数メートルという精密度を得られる。しかしながら、DGPSでは、費用の高い地方放送基地(local broadcasting station)を作らなくてはならない。更に、携帯装置の消費者は、GPS受信機にDGPS補正值を得るために、ラジオレシーバーという追加装置も購入しなくてはならない。最近更に開発されたRTK(Real Time Kinematic; リアルタイムキネマティック)では、GPSシステムの精度を更に向上して、約1センチの誤差にまで縮めた。この精密度は多種の応用に非常に望ましいものではあるが、RTKは、測地学や測量学や物理学のような非常に専門的で技術的な分野のためのみの領域であるといえる。RTK受信機は、一般的には、標準GPS受信機より、精度が高い分、高価である。RTKシステムは、特殊なローカル送信器を必要とし、複雑さのレベルによっては、正確位置が決定されるまでに、静止信号獲得のため、最高で10時間を要し得る。RTKに必要な専門装置・技術と共に、必要な費用のレベルは、一般消費者や民間への使用考慮の際、RTKに強く不利に作用する。

【0005】

要約すると、GPSは、現代の測地と航法に素晴らしい恩恵を施している。しかしながら、GPSは、開けた土地、砂漠、または、高海拔の環境でのみ、最高条件で使用される。GPSの有用性は、都市峡谷においては著しく劣り、GPSが室内でも使えるようにデザインされたことはない。更に、たとえ究極的にGPS信号が市街地において得られたとしても、位置決定解答結果は、SAによる大幅劣化のため、一部の地域ではほとんど役に立たない。この状況にある消費者がDGPS法やRTK法で向上された精度に目を向けたとしても、相当な努力と費用とかなり複雑なインフラが必要になってくる。

【0006】

これらの困難を克服するための試みを従来技術(prior art)で説明する。単独測位システム(例えばGPS)と相対測位システムを組み合わせたハイブリッド・システムが開発されてきた。その中には、衛星不明瞭になったとき「デッド・レックoning (dead reckoning)」を取り入れる慣性センサーシステム(internal sensor system) (米特許5,311,195)や、衛星不明瞭になったときに「デルタ位相測位(delta phase positioning)」を行う民間ラジオ放送送信(commercial radio broadcast transmissions) (米特許5,774,829)がある。

【0007】

残念ながら、これらの従来技術のシステムには欠点がいくつかある。デッド・レックoningは使用を重ねると累積エラーを示すし、デッド・レックoningもデルタ位相測位両も、精度が初期絶対位置精度(initial absolute position accuracy)までに限られてしまう。従って、初期位置不確実性(initial position ambiguity)が次に起こる位置決定解答に持ち越されてしまうのだ。デルタ位相の位置の精度は、民間ラジオ放送送信地で幾何学的に使用されているものの影響を受ける。ロービング受信機に見られるような未発達な幾何学では、お粗末な位置決定解答を生み出す。加えて、デルタ位相の位置の精度は、送信信号の周波・波長により影響され、低周波(つまり長波長)だと精度を低下させてしまう。更に、デルタ位相ロービング受信機は、民間ラジオ放送送信地座標を予め知らなければいけない。最後にあげられる欠点は、デルタ測位では、民間ラジオ放送送信以外に

、基準受信局受信機(reference receiver)及びデータリンクを必要とすることである。米特許5,774,829によると、このデータリンクは、民間ラジオ放送送信信号SCAチャンネル情報に置かれるという。これは、潜在的に、何千という民間放送の協力を必要とし、管理という意味でもかなり問題にある。

【0008】

標準GPS衛星群の能力の向上又は補強のため、「疑似衛星」(pseudolite; シュードーライト)の使用を試みた技術も知られている。疑似衛星はGPSに似た信号を送信する地上設置型送信機だ。最初に1977年に、米国国防総省によりアリゾナのユマ・フロービング・グラウンド(Yuma Proving Ground)でGPSの第一段階テストとして使用された。疑似衛星は、飛行に十分な衛星が置かれる以前に、ユーザー設備のテストとして、GPS衛星群補強のために使われたのである。1984年に、疑似衛星がGPSシステム起動の上で補佐役になるものであり、航法を改善し、飛行などへの応用幾何学も改善するものだとして初めて指摘したのは、クレインとパーキンソン(Klein and Parkinson)である。1986年に、パーキンソンとフィッチギボン(Klein and Fitzgibbon)は測距疑似衛星の最良位置の割り出し方を開発・説明した。1986年には更に、ローカルエリアDGPSシステムの標準型を初めて開発したRTCM-104委員会が、DGPS情報を疑似衛星によって送信する方法を提唱した。

【0009】

現在、疑似衛星は高価な装置であり、ごく小数のみ製造されている。GPSL1とGPSL2両方の周波数を送信するので、作動するためには、定期的に認可を受けるのが普通だ。従って、通例、大学内の実験班、政府機関、軍隊、または非常に大きい会社が、疑似衛星の使用をしてきた。そのため、この装置は、長期間知られてきた一方で、一般的な場所や航法での使用は、非常にめずらしい。従来の技術は、疑似衛星の限られた利用可能性を反映するものである。

【0010】

ローカライズされた場所でGPS信号を高めるために疑似衛星を使用した産業もいくつかあった。疑似衛星装置の飛行使用の代表として米特許番号5572218があり、これは航空機の最終進入の滑走路最終地点に疑似衛星を設置するという方法である。これにより、非常に速く整数値サイクルバイアス決定(integer cycle a

mbiguity resolution)が得られ、非常に正確な測位を生み出す。米特許番号5375059は、カタピラー社のような会社が如何に有効に擬似衛星をオープンピット鉱山に応用したかの代表で、これらの装置の応用の更に典型的な例の一つである。これらのシステムはその技術でよく知られた従来のローカルエリアの擬似衛星/基準基地(reference station)設定を取り入れたものである。

【0011】

米特許番号5686924「固定擬似衛星基準送信機付きローカルエリア位置飛行システム(Local-area position navigation system with fixed pseudolite reference transmitters)」と米特許番号5708440「無許可周波のための擬似衛星トランスレーター(Pseudolite translator for unlicensed frequencies)」(両、Trimble等への特許)は、共通して、ローカルエリア上でのGPS信号補強を説明している。このローカルエリアシステムは、擬似衛星/基準基地統合への明確な対策に欠け、従って正確な位置決定のための時間理論の必須基本に欠ける。

【0012】

GPS信号を特に屋内で発生させるものとして知られる従来の技術関連が一つある。米特許番号5815114(Speal等)は、完全に遮蔽された環境に位置する擬似衛星システムを説明している。このシステムは、コンピューター・プロセス・ユニットから発生する信号を利用するものである。これらの信与は、建物内で、同軸ケーブルを媒体として4つの擬似衛星に送られる。このローカル・エリア・システムは、非常に複雑で広範囲に渡る装置を必要とし、また、オリジナル信号と再発生された信号との衝突を避けるためGNSS衛星群から完璧に遮断されている必要がある。

【0013】

これら全ての従来技術の引用は、ローカルエリアの遮断されたシステム上での擬似衛星システムの初歩的利用を開示する。

【0014】

従来の技術の中には、(a)地上設置型測位ユニット装置ネットワークをGNSSシステムに継ぎ目なく(seamless)統合し、(b)地域の制限なし測位ユニット装置からの無限な伝播をおおむね可能にする、という方法や装置を開示するものはない

し、また、その技術方法を説くものもない。

【0015】

建て込んだ地域での非常に正確な位置設置の必要性が急速に求められている。携帯用の消費者装置の急増と土地独立情報(location-dependant information)を求める声からも、実行可能で、統合されていて、しかも完璧な解決策の必要性は明らかだ。携帯用アプリケーションにおいては、SAIによって劣化されている標準GPSでは不十分である。メートルレベル精度かそれ以上なものが不可欠だ。場所によって違う技術を要求されることなく戸外から屋内へと継ぎ目なくトランジションするシステムが、大いに望まれる。屋外・屋内を問わず、システムそれ自体がよく広がり、また連続した空間にも広がっていくものも大いに望まれる。更に、GPSのような世界規範システムと結びつけることにより、既に使用可能で規範化されたパーツと、容易な製造と、既知技術との相乗作用が得られる。インフラストラクチャーのための専門家の助けが不要で、消費者レベルの価格で一般大衆にこれらの恩恵を提供するシステムが最も望ましいものである。従来技術はこれらの明らかな必要性を満たしていない。

【0016】

従って、まったく今までになかった方法を使用してGPS式の技術を活用、増強、拡大するとともに、上記に述べたGPS測位のデメリットを克服することが本発明のゴールである。

発明の概要

位置ロケーションシステム(Position location system)を改良することが、従って、本発明の目的である。

【0017】

GNSSベースの位置ロケーションシステムが使用可能になる状況を増やすことも、この発明の目的である。

【0018】

更には、場所制限なしで伝播する地上設置型の測位ユニット装置(position-unit devices)オープンアーキテクチャーネットワーク(open-architecture network)を開示することも、この発明の目的である。

【0019】

地上設置型測位ネットワーク上でGNSSのような信号を採用することも、またこの発明のもう一つの目的である。

【0020】

更には、地上設置型測位ネットワークをつくり伝播する方法を説明することも本発明の目的である。

【0021】

またこの発明のもう一つの目的は、GNSS衛星群と継ぎ目なく統合する測位ユニット装置ネットワークを提供することである。

【0022】

この発明の目的には、更に、GNSS衛星群と同期化する測位ユニット装置のネットワークを提供することもある。

【0023】

さらに、この発明の目的は、GNSSベース地点からネットワークベース地点への継ぎ目なしのトランジションか、各位置システムゆどの割り当て部分からでも位置割り出ししかをする測位ネットワークを提供する測位ネットワークを提供することである。

【0024】

さらに、この発明の目的は、各位置システムに合わせたロービング装置を利用して、GNSSベース地点からネットワークベース地点への継ぎ目なしのトランジションか、各位置システムのどの割り当て部分からでも位置割り出ししかをする測位ネットワークを提供する測位ネットワークを提供することである。

【0025】

また、この発明の他の目的は、都市溪谷環境下においてGNSS位置システムを補強する測位ユニット装置のネットワークを提供することである。

【0026】

また更にこの発明の他の目的は、従来のGNSSが機能しなかったビル等の建築物内の衛星不明瞭地域やその他の環境で、GNSS式単独測位を広げるユニット装置のネットワークを提供することである。

【0027】

またさらに、自己観察とGNSS衛星群への自動統合をする測位ユニット装置と、測位ユニット装置の現在のネットワークと、両方又は一方を開示することも、本発明の目的である。これにより、衛星不明瞭環境と屋内環境の両方で、単独測位と相対測位を提供する。

【0028】

また、更に本発明の目的は、測位ユニット装置間の通信の初期化と維持のためのプロトコルの方法を説くことである。これにより、測位ユニット装置間で、ネットワーク情報をまわす。

【0029】

更に、ネットワークを通じて受け取った補正値を供給するために、各測位ユニット装置が基準受信機を含むことも本発明の目的である。

【0030】

また更に、ネットワーク上くまなくRTK測位を提供し、これによりセンチメートル誤差という精度を提供することも、本発明の目的である。

【0031】

また本発明の目的は、GNSS衛星とNPS測位ユニット装置両方に、疑似距離 (psudorange) と搬送波位相値を提供することでもあり、これによってメートル精度とセンチメートル精度を提供する。

【0032】

更に本発明のもう一つの目的は、測位ユニット装置により高められる環境下で、シングルエポック搬送波位相の整数値バイアス決定 (integer ambiguity resolution: 整数値不確定性を解くこと) をする2周波擬似衛星送信を提供することである。

【0033】

またさらに、GNSS信号と二つの擬似衛星信号との両方を受信する3周波受信機を提供することも、本発明の目的である。

【0034】

さらに本発明のもう一つの目的は、ネットワーク補正値が得られない時にも補

正値が得られるように、測位ユニット装置がWAAS補正値を受けるようにするものである。

【0035】

更に本発明のもう一つの目的は、システム間がコンパチブルに保てるように、現在のGNSS技術を取り入れた測位ユニット装置を供給することである。

【0036】

更にこの発明のもう一つの目的は、技術者以外の者も伝播できる測位ユニット装置のネットワークを提供することである。これにより、費用が高いインフラの必要性も専門家技術に依存する必要もなくなる。

【0037】

この発明自体を理解するためと、また、いかにしてこの発明が先行知識を取り入れながら斬新で想像できなかった結果をユニークに与えているかを完全に理解するためには、下記の測位の原理に精通することが大切である。

GPSの原理の概観

図1で、多数のGPS衛星101を示す。各GPS衛星101は、測位信号102を送信する。各測位信号は、各GPS衛星101が搭載する原子時計を用いて正確に時を刻んでおり、地上の管制局により時計の正確さをモニターされている。4個以上のGPS衛星101から未知点103までの測位信号の伝播時間から、地上に近いどの地点でも緯度、経度、標高が測れる。衛星101搭載の時計とGPS受信機103の時計に誤差、または時刻オフセットが生じるため、測られた距離は疑似距離(pseudorange)と呼ばれる。3次元(x, y, z.)位置と時刻オフセットという4つ未知なことがあるため、3次元位置の決定には少なくとも4個の衛星が必要になる。

【0038】

GPS受信機により計算されるGPS時間は、(1)SA(Selective Availability;精度劣化操作)(2)電離層遅延(3)対流圏遅延(4)衛星軌道情報(ephemeris)の誤差(5)衛星時計の誤差(6)マルチパス(multipath)という6つの要因により誤差が生じる。

【0039】

SAは、米国の国家安全保障のために米国国防総省により意図的にGPS衛星時間と位置の精度を劣化させるものである。電離層遅延は、電離層中で電離粒子帯を

通るとき電磁波により経験される速度の遅れで起こる時間の誤差である。対流圏遅延は、下層大気圏の水蒸気を通過するとき電磁波により経験される速度の遅れである。衛星軌道情報(ephemeris)の誤差は、実際の衛星位置と予測された衛星軌道データの差である。衛星時計の誤差は、実際の衛星GPS時間と衛星データにより予測された時間との差である。マルチパス(multipath)は、GPS受信機の近くで局地的に電波が反射されておこるもので、それにより電波の遅れがおこる。米国防総省による自律型GPS(autonomous GPS)のエラーパジエットは、100メートル2dRMSと指定されている。もしより高い精度が必要とされる場合は、リDGPS(Local Area Differential GPS; ローカルエリアディファレンシャルGPS)が使われる。

【0040】

LADGPS(Local Area Differential GPS; ローカルエリアディファレンシャルGPS)の原理

マルチパスと受信機雑音以外のGPS誤差は、全て、「空間に関係」するものである。つまり、全ての誤差数値は、近距離にある受信機同士に共通するのである。LADGPSは、GPS衛星電波で空間に関係したものを、無視できるレベルまで減少させるものである。

【0041】

さて、図2に、各衛星が測位信号202を送信する多数のGPS衛星201、LADGPS基準受信機(reference receiver)204、RFデータリンク205、そしてGPS受信機203を示す。位置が正確に分かっている地点に設置されたりDGPS基準受信機204は、検出する衛星信号の推定疑似距離を計算する。そして、GPS衛星201から受信した疑似距離を測定し、受信疑似距離から推定疑似距離を差し引いて、補正值を出す。LADGPS基準基地204は、RFデータリンク205で、GPS受信機203に、デジタルデータとしてこの補正值を送信する。GPS受信機203は、位置決定解答を出す前に、この補正值を、該当する衛星から測定した疑似距離に加える。基準受信機204とGPS受信局203に共通する誤差は、この手順を踏むことにより、完全に取り除かれる。

【0042】

疑似衛星は、衛星が使うのと同じ方法で、LADGPS解決策を取り入れる。図3に

、それぞれの衛星が測位信号302を送信する多数のGPS衛星301、LADGPS基準基地(reference station)304、RFデータリンク305、GPS受信機303、そして測位信号307を送信する擬似衛星送信機306を示す。擬似衛星送信機306がLADGPSシステムに組み込まれると、基準受信機304は同時に擬似衛星疑似距離送信307を測定し、RFデータリンク305でGPS受信機303に疑似距離時間誤差を含む疑似距離補正値を送信する。

【0043】

LADGPS補正値は、GPS位置測定を、数メートルというレベルにまで改善する。もしさらに精密な測地が必要とされる場合は、「CDGPS(Carrier Phase Differential GPS:搬送波位相ディファレンシアルGPS)」という名で知られる技術が使われる。

CDGPS(Carrier-Phase Differential GPS:搬送波位相ディファレンシアルGPS)の原理

CDGPSは、基準受信機とユーザー受信機間の搬送波位相の差を使って、基準位置とユーザー位置の差を計算するものである。

【0044】

図3に戻るが、各衛星が測位信号362を送信する多数のGPS衛星301、CDGPS基準基地304、RFデータリンク305、GPS受信機303、そして測位信号307を送信する擬似衛星送信機306を示す。位置が正確に分かっている地点に設置されたCDGPS基準受信機304は、視界内の全ての衛星301と擬似衛星306の瞬間位相測定をする。基準受信機304からの搬送波位相データは、RFデータリンク305でGPS受信機303に送信される。GPS受信機303は、また、視界内の衛星301と擬似衛星306の瞬間位相測定を計算し、その後、基準受信機304とGPS受信機303の位置関係を決定するために位相差を計算する。

【0045】

ユーザー受信機は、端數位相(fractional phase)と搬送波全サイクルの任意の数(arbitrary number of whole cycles of the carrier)を測るが、疑似距離内にサイクルがいくつあるのか直接正確に決めることはできない。この数は、「整数値サイクル不確実性(integer cycle ambiguity)」として知られるものだが、

他の方法で決定されなければならない。搬送波整数不確実性を解く従来の策は、大きく言って3つに分けられる。サーチによる方法(search method)と、フィルターによるもの(filtering method)と、幾何学による方法(geometrical method)である。これらの従来の方法では瞬間整数サイクル不確実性(instantaneous integer cycle ambiguity)を解くことはできない。

【0046】

「WA(wide-laning:ワイドレーン)」として知られる最近のテクニックでは非瞬間整数サイクル不確実性(non-instantaneous integer cycle ambiguity)を解くという問題を克服した。WAは、ビート周波信号をつくる二つの周波数(伝統的にGPSL1, GPSL2と呼ばれる)を掛けてフィルター(filter)する。このビート周波の波長は、二つのおのおのの搬送波の波長よりかなり長い。そのため、整数値決定は、ビート周波信号によって作られる更に広い「レーン(lanes)」の整数不確実性を決めるために、疑似距離観察と共にされる。これらは、今度は、整数値バイアス決定のために探らなくてはならない整数の量(volume of integers)を大幅に減少させる。

【0047】

整数値サイクル不確実性(integer cycle ambiguity)が解かれると、CDGPS技術はリアルタイムのセンチメートル誤差レベルの精度を生む。

望ましい実施例(Preferred Embodiment)の詳細

ここで使われる「位置(position)」とは、経度・緯度・標高のスコープ内を含むものなので、「測位ユニット装置(positioning-unit device)」とは固定したものと移動するものの装置両方を含む。

【0048】

望ましい実施例では、測位ユニット装置とは、「視界内にある」測位ユニット装置間の通信のための送信・受信手段と、単独位置計算と相対位置計算の両方又は一方を行うプロセッシング(processing)手段と、ネットワークデータオブリゲーション(network data obligation)をコントロールするコントロール手段を有する。

【0049】

移動測位ユニット装置は、固定測位ユニット装置同様の原理を使って拝作しネットワークに組み込むものなので、必要の際には、移動測位ユニット装置も動的標識(dynamic beacon)として使用する。故に、移動測位ユニット装置は、位置精度を高めるために、近くにある他の移動体の測位ユニット装置の測位信号を、自己測距計算に取り入れる。望ましい実施例では、移動測位ユニット装置が測位信号を送信する必要はない。

【0050】

本発明によると、測位ユニット装置の単独的・相対的位置決定は、GNSS(Global Navigation Satellite System; 全地球的航法衛星システム)が提供する信号に同期化された測位ユニット装置送信ネットワークを使うことによって、達成される。ここにある望ましい実施例では、GPSからなるGNSSを参照して説明したが、その他のGNSS、又は、絶対位置システム(absolute position system)を使っても、本発明範囲から外れることはない。

【0051】

この発明は、現在のGPS技術では視界不明瞭の場所で特に応用されるものであるが、それ専用という意味ではない。これらの環境は、中心ビジネス街である「都市溪谷」と屋内環境を含む。

【0052】

望ましい実施例では、測位ユニット装置は、多数の測位ユニット装置をネットワークに統合させるために、コード(CDMA)と時間(TDMA)の複合区分を使用し、単一送信/受信周波を保つ。

【0053】

測位ユニット装置は、まずGPS衛星と、ネットワーク上の他の測位ユニット装置との、両方か一方から情報収集し、それから、受信した測位信号に基づいて、自己位置を決定する。この初期情報収集時間に、測位ユニット装置は、未使用のTDMA/CDMAスロットを決定し、それらを、自己送信サイクルに使用する。

【0054】

測位ユニット装置は、ひとたびTDMA/CDMAスロットが選ばれると、その選ばれたTDMA/CDMAスロットで、自己測位信号を送信し始める。運転可能な測位ユニッ

ト装置の数が、使用可能なCDMA/TDMAスロットの数を越えた時は、ネットワークに入ることを希望する他の測位ユニット装置は、スロットが使用可能になるまで情報収集し続ける。故に、このシステムは、自動的に測位ユニット装置が余剰になるのをモニターするものである。

【0055】

測位ユニット装置送信機は、(a)ネットワークのTDMA(time division multiple access)条件を満たし、(b)並置された受信機が同送信周波数の他のソースから広範囲に及ぶ信号を受け、また、(c)CDMAスペクトル技術に大小なりとも関係すると知られる問題を少しでも解決するために、パルスされる。

【0056】

図4に、直接測距単独測位ネットワークを示す。直接測距測位ユニット装置402は、受信機403及び並置されたパルス送信機404に統合されている。受信機403は、視界内にある全てのGPS衛星401からの測位信号406と、視界内にあるすべての測位ユニット装置404送信機からの測位信号405とを、両方受信することが可能である。受信機403は、視界内にある4つ以上の衛星信号406と測位ユニット装置送信機405との、両方又は一方から、位置情報とGPS時間を決定し、並置されたパルス送信機404から、この位置情報とGPS時間を送信する。この送信された測位信号は、それから、視界内にある他の測位ユニット装置によって直接測距源(direct-ranging source)として使用される。

【0057】

全測位ユニット装置は、その送信をGPS時間と直接同期化し、故に直接測距単独測位ネットワークを作り上げる、しかしながら、直接測距ネットワークの精度はGPS合成時間精度(composite clock accuracy)によって影響を受ける。米国防総省による自律型GPSのエラーバジェットは、100メートル2dRMS、又は、340ナノセカンド(時間の95%)と指定されている。直接測距単独測位ネットワークからより高精度を得るためには、時計スムージング(clock-smoothing)の技術が必要とされる。その送信機時計は、こういった誤差を平均化するために、一日に数ナノセカンド内の誤差におさえる安定度が必要だ。これは、現在のところ、原子時計の標準であるが、高額で複雑だという性格を持つ。この原子時計スムージング

なしで、この直接測距ネットワークは、100メートル2dRMSという自律型GPSと同じ精密さを持つだろう。

【0058】

原手時計標準は使え得るが、一方では、大量生産と消費者レベルのネットワークアクセスを可能にすることが、望ましいモデルの目的である。従って、望ましいモデルは、必要とされる精度向上のために単独測位ネットワークの補正值を取り得れるものである。

【0059】

図5に、補正された測位ネットワークを示す。補正された測位ユニット装置502は、基準受信機503及び並置されたパルス送信機504に統合されている。基準受信機は、視界内にあるすべてのGPS衛星501からの測位信号506と、そして視界内の全ての測位ユニット装置送信機504からの測位信号505と、両方受信可能である。基準受信機503は、視界内の4つ以上の衛星信号506と測位ユニット装置送信505の、両方又は一方から、位置及びGPS時間を決定し、この位置とGPS時間情報を、リアルタイムLADGPS補正值507と共に、並置されたパルス送信機504から送信する。これによりLADGPS基準受信機ネットワーク分布が作られる。

【0060】

LADGPS補正值を単独測位ネットワークにのせることにより、精度は数メートルまで高くなる。ユーザー位置への補正值は、ユーザー位置と、いつでも使えるLADGPS基準受信機の時計との間で、相関的に決定されるものである。大事なことは、精密時計情報は基準受信機には必要ないということである。これは、既知の基準受信機位置は4次元だからである。つまり、基準受信機は現地時間補正を含むということだ。疑似距離補正值の一貫した時刻オフセット誤差も、ユーザー受信機に影響があるに過ぎない。ユーザーが受信機位置にのみ興味があるとしたら、この時計補正は任意なものになる。

【0061】

各測位ユニット装置は、LADGPS補正值を、視界内にある全測位ユニット装置から受信する。従って、測位ユニット装置は12以上のLADGPS補正值を同時にアクセスできる。測位ユニット装置は、位置決定解答を出す時に、一つのLADGPSソース

からのみの補正值を使用しなければならない。測位ユニット装置は、最終的なLADGPS位置決定解答平均を提供する前に、視界内の全LADGPSソースからの位置決定解答を計算することにより、位置情報の正確さを更に改善できる。

【0062】

代替りの方法として、測位ユニット装置は、予め決定しておいた下記のような他選択基準によっても、LADGPS選択に加重値を与える。(a) 基準受信機近接。つまり基準受信機がユーザーの装置に近ければ近いほど、マルチパスの空間相互関係の可能性が高くなり、補正值のエプシロン誤差(epsilon error)の影響が低くなる。(b) 基準受信機の幾何学。つまり、局地測位ユニット装置が幾何学的に優秀なら、高精度のLADGPS補正が得られる。(c) 観測源の相互関係。つまり、基準局受信機は、衛星と(観測できる)擬似衛星の両方又は一方を有す同セットのものを、ユーザー装置として、観測しなくてはならない。(d) 信号強化/完全データ。つまりデータは、最小限の誤差修正の雑音比になるように、よい信号で受け取らなければいけない。

【0063】

疑似距離精度に対する懸念は、マルチパス、特に屋内環境でだ。この誤差要因により疑似距離は数十メートルという不正確さを持ち得る。しかしながら、マルチパス効果は、搬送波位相方法を使用すると、センチメートルレベルにまで軽減する。測位ユニット装置では、高精度の位置を決定するためと、疑似距離のマルチパスからの影響を排除するために、搬送波位相測量を利用することが望ましい。

【0064】

CDGPS測量は、整数サイクル不確実性(integer cycle ambiguity)という欠点を持ち、故に、この問題を解決する方法が要求される。2周波WL(wide-laning)が、高マルチパス環境での整数値バイアス決定には望ましい解決策である。整数はシングルエポック(single epoch)で決定することができ、その後決定され続け、その結果サイクルスリップ(cycle slips)を取るに足らないことにする、

図5に戻り、搬送波位相補正值により修正されたネットワークを示す。搬送波位相補正された測位ユニット装置502は、基準受信機503と並置された2周波パル

ス送信機504に合体している。基準受信機は、視界内にある全GPS衛星501からの測位信号506と、視界内にある全測位ユニット装置送信機504からの測位信号505とを、両方、受信可能である。基準受信機503は、視界内の4つ以上の衛星信号506と測位ユニット装置送信505の、両方または一方から、位置及びGPS時間を決定し、この位置とGPS時間情報を、リアルタイムリDGPSとCDGPS測量地507と共に、並置された2周波パルス送信機504から送信する。これによりDGPS/CDGPS基準受信機ネットワーク分布となる。

【0065】

NPS環境で、CDGPS解答を使用することにより、位置精度は数センチメートルにまで高められる。よく知られたテクニック「ダブルディファレンシング(double differencing)」が、時計誤差を除くのに使われるのだ。

通信プロトコル

自己統合型のNPS開発は、測位ユニット装置間に特別な通信プロトコルを必要とする。各測位ユニット装置は、GPS衛星と測位ユニット装置の通信取得とID確認のためにCDMAゴールドコードを使用する。GPS設計仕様は、ゴールドコード番号1から32を衛星に、ゴールドコード番号33から37を擬似衛星に使う。GPS仕様は、更に、他のゴールドコード番号を、WAASやEGNOSなどの他のシステムに使用する。測位ユニット装置を標準GPSシステムに統合させるために、測位ユニット装置が、標準GPSシステムに使用されていないゴールドコードを使うことが望ましい。動的に(dynamically)視界内のネットワークでの各測位ユニット装置の認識を確実にするため、ゴールドコードは、各測位ユニット装置に付けられる。

【0066】

測位ユニット装置は、ネットワークを通じて、適切なGPSとNPSの情報をまわす。

【0067】

通信GPSは、(a) GPS衛星群を同期してそこから直接測距するGPS時間と、(b) 衛星不明瞭環境において「大気準備完了(sky ready)」状態で測位ユニット装置を保てるよう使われるGPSアルマナック(almanac; 他の衛星の位置情報) データを備える。

【0068】

通信NPSは、(a)NPSとGPS時計補正を含むNPSとNPS時間を同期化するために使われるNPS時間と、(b)ECEF (Earth Centered Earth Fixed:地球中心固定座標系)位置座標として表される測位ユニット装置位置と、(c)NPS LADGPS/CDGPSデータと、(d)NPS DAD (Dynamic Almanac Data:動的な他衛星位置情報データ)を備える。

【0069】

DADのデータは、ネットワーク通信を完全にするのに必要である。図6を参照されたい。数個の測位ユニット装置602を、NPSの設定と通信に望ましい地域に置く。第一測位ユニット装置602-1は、建築物603の存在によって、第2測位ユニット装置602-2への通信を遮られる。しかしながら、第3測位ユニット装置602-3は、第1測位ユニット装置602-1からも第2測位ユニット装置602-2からもデータ受信可能である。これは、もし第1測位ユニット装置602-1が(例えば)CDMAゴールドコード33を送信し始め、第2測位ユニット装置602-2もCDMAゴールドコード33の送信開始を選んだら、潜在的にCDMA衝突(conflict)に繋がる。つまり、3番目の測位ユニット装置602-3は、同じCDMAゴールドコードを二つの測位ユニット装置から受けることになるからだ。この潜在的問題は、「DAD」の使用により除去される。

【0070】

従来のGPSシステムでは、各衛星は、GPSコントロール部からアップロードした同じアルマナックデータを送信する。このアルマナックデータは、全ての軌道パラメーターと、現在GPS衛星群全体で使用中のID番号を示す。

【0071】

NPSシステムは、個々の測位ユニット装置がそれぞれ固有の動的アルマナックを使用する。個々の測位ユニット装置により与えられるDADは、(a)測位ユニット装置の自己位置と、TDMAスロットとCDMAゴールドコード番号の一方又は両方と、(b)TDMAスロットとCDMAゴールドコード番号の一方又は両方の一覧(catalogue)と、視界内の他の全測位ユニット装置の位置データの情報を含む。ネットワークに入ろうとする測位ユニット装置は、適当なTDMAスロットとCDMAゴールドコード番号の一方又は両方を決定するために、視界内にある全測位ユニット装置からDAD

を求める。

【0072】

このDADプロトコルは、TDMAスロットとCDMAゴールドコード番号のうちの、一方又は両方の衝突を避ける。

【0073】

またDADには、高速衛星測位ユニット装置ドップラー情報や測位ユニット装置獲得などの他の情報とか、NPSの高速サーチ機能のための固有のユーザーIDも含めることが可能だ。

【0074】

通信目的のためのNPW帯域幅が適当であれば、測位ユニット装置が、固有のユーザーデータを、NPS中にいたるところで、送信可能だ。このデータは、固有のユーザーIDや位置や時間や「今タクシーを差し向けろ」というコマンド機能まで、情報を含み得る。位置ベースにあるユーザーリクエストを受信し実行する中心ゲートサービス(central gateway service)に、情報を回すこともできる。上記の例でいうと、タクシー会社は、予約確認の返事や、タクシー到着までの予想待ち時間を返信する。情報は、中心ゲートサービスを経ずにNPSを通して流すこともできる。この情報は、ネットワーク上で他の測位ユニット装置を探するときコマンドを「見つけろ」というような機能も含み得る。

望ましい信号とハードウェア構造

測位ユニット装置が、現存するGPSの技術との適合性を保つのは、非常に有利なことである。これにより、現存するGPSのハードウェアを最大限に利用し、一方で、測位ユニット装置の製造と小型化のコストを最小限におさえる。NPSは、(a)正弦波直接拡散スペクトラム(sinusoidal direct-sequence spread spectrum)送信と、(b)1023ビット2相位相変調変調方式(bi-phase shift key)の変調疑似ランダム「ゴールドコード」と、(c)1.023MHzのチップングレートと、(d)2相位相変調方式の変調ナビゲーションメッセージと、(e)標準自動相関技術(standard autocorrelation techniques)と通信ハードウェア(correlator hardware)と、(f)L1受信のための標準RF受信機デザインと、(g)標準GPSコントローラーとメモリーデザインなどの基本的要素と、を取り得ることにより現存するGPSの構造にき

っちりと繋がる。

【0075】

しかしながら、もともとのGPSインフラストラクチャは、地上設置型測位システムに統合されるようにはデザインされてこなかった。NPSがGPS技術の本質を、伝播地上測位ネットワークを通して広げることにより、望ましい実施形態においては、次のような基礎的GPS要素が向上する。(i)測位ユニット装置受信及び送信のための周波オフセット。これは、また、WL(wide-lane;ワイドレーン)整数値バイアス決定の技術の使用を容易にする。(ii)測位ユニット装置受信のための受信機の動的距離(dynamic range)が増えること。(iii)航空、更に通信メッセージのためにデータ帯域幅が増えること。(iv)追加CDMA(Code Division Multiple Access)ゴールドコードの使用。(v)測位ユニット装置の統合と拡大のための通信プロトコル。

【0076】

図7に、以上に説明した測位ユニット装置701の望ましいハードウェアの実施例を示すが、これは、3周波基準受信機702と2周波パルス擬似衛星送信機703を備える。3周波基準受信機702は、全GPS衛星からのC/A(Course/Acquisition)疑似ランダムコードをL1(1575.42MHz)704で、且つ、全測位ユニット装置パルス擬似衛星を予め決められた二つの擬似衛星周波数705で、受信する。後者はISM(Industrial, Scientific & Medical;産業化学医療用)バンド2.4GHzが望ましいが、これでもよい。3周波基準受信機702は、データリンク707を通じて、並置されるパルス擬似衛星送信機703に測位データを流す。計算された位置は、将来参照するために不揮発性記憶媒体(non-volatile memory)にも記憶される。

【0077】

測位ユニット装置パルス擬似衛星送信機703は、二つの別の1023bitC/Aコードを送信するBPSK(dual frequency bi-phase shift key;二周波二相変調方式)送信機を備える。このC/Aコードは、1.023MHzのチップで、なるべく2.4GHzISMバンドのものが望ましい。706の個々の周波数は、個々のC/AコードによりBPS変調された1000bpsのナビゲーションメッセージを持つ。上記に述べたように望ましいNPS信号の実施形態例は、最高の適合性が得られるよう、GPS信号構造と深く関係

している。標準GPSナビゲーションデータは、50bpsで送有される。通信帯域幅を改善するために、望ましいNPSの実施例では、キャリアごとに1000bpsの帯域幅を使用する。これにより、各擬似衛星は、それぞれが、2000bpsデータリンクにアクセスできる。その上、QPSK(quadrature phase shift keying、四相位相変調方式)、又は、データ圧縮(compression)技術が、通信帯域幅を更に広げるために、他の実施形態でも使用され得る。

【0078】

測位ユニット装置擬似衛星の望ましい実施例では、WL整数値バイアス決定技術を使用して二つの周波数を送信する。これらの周波数は、1575.42MHzのGPS L1をオフセットした周波ISMバンド内で送信されるものである。これにより、測位ユニット装置送信が標準GPS信号L1と混信しないことを確かにする。ISMバンドで送信する他の利点は、特定の規定認可を受けずに測位ユニット装置が使えることだ。

【0079】

望ましい測位ユニット装置では、GPS衛星からの標準GPS50bpsナビゲーションメッセージと、測位ユニット装置擬似衛星からの1000bpsナビゲーションメッセージと、更に、WAAS(Wide Area Augmentation System)衛星からの250bpsのナビゲーションメッセージを復調する。これにより、最も正確で継ぎ目ない統合化ができれば、測位ユニット装置は、全てのソースからのデータを利用できることになる。

【0080】

固定測位ユニット装置ハードウェアは、特別な設置制限があるわけではないので、例えば、測位ユニット装置を、直接ソケットにプラグインするものに入れ込むようにも製造できる。その場合、その測位ユニット装置は、使用可能なネットワークに限りがあるとしても、プラグインさえすれば、自動的にネットワークに入れる。

ネットワークの初期化

さてもう一度図5に戻るが、基準受信機503-1と並置される測位ユニット装置パルス擬似衛星504-1を有する第一の測位ユニット装置502-1は、GPS衛星群501に対

して自己観測を行い、平均位置を求める。他の方法としては、測位ユニット装置を、既に位置がどこかわかっている場所に置くこともできる。そして、第一測位ユニット装置の基準受信機503-1は、LADGPS/CDGPS視界にあるGPS信号506の測量値と、それと並置されたパルス擬似衛星送信機504-1の測量値を決定する。

【0081】

LADGPS/CDGPS測量値の平均位置は、その後、ナビゲーションメッセージで、並置されたパルス擬似衛星送信機504-1から送信される。

【0082】

第二測位ユニット装置502-2は第一測位ユニット装置502-1の範囲に配置される。第二測位ユニット装置基準受信機503-2は、GPS衛星信号506と、第一測位ユニット装置パルス擬似衛星送信機504-1からの信号を受信する。第二測位ユニット装置502-2は、正確な位置を決定するために、第一測位ユニット装置502-1のLADGPS/CDGPS測量値507と距離信号を使う。それから、第二測位ユニット装置502-2は、視界にある全GPS衛星501と全測位ユニット装置502のためにLADGPS/CDGPS測量値を決定する。LADGPS/CDGPS測量値は、ナビゲーションメッセージとして、並置されたパルス擬似衛星送信機504-2から送信される。

【0083】

第三測位ユニット装置502-3は、第一測位ユニット装置502-1と第二測位ユニット装置502-2との範囲内に置かれ、第一測位ユニット装置502-1と第二測位ユニット装置502-2と同様に、位置を決定する。これで第三測位ユニット装置502-3には、選べるLADGPS/CDGPS測量値が二つあることになる。

【0084】

第四測位ユニット装置502-4は、第一測位ユニット装置502-1と第二測位ユニット装置502-2と第一測位ユニット装置502-3の範囲内に置かれ乱第四測位ユニット装置502-4は、他の3つの測位ユニット装置同様に、位置を決定する。これで第四測位ユニット装置502-4には、選べるLADGPS/CDGPS測量値が四つあることになる。

【0085】

少なくとも4つの測位ユニット装置が初期化されれば、「上空視界(sky view)

」なしでネットワークが広がり始める。この時点から、どの測位ユニット装置も、GPS衛星と測位ユニット装置のコンビネーションで、少なくともどちらかの4つに繋がる位置にいれば、自己位置決定ができ、NPSと交信し続けられる。

【0086】

図8を参照されたい。4つ以上の固定された測位ユニット装置802-1, 802-11, 802-3, 802-4が測定力の確かな場所に設置、作動されると、都会渓谷や建物804内のような衛星不明瞭環境においてでも、測距信号が受信できる。全GPS衛星信号806は不明瞭だが4つ以上の測位ユニット装置802-1, 802-2, 802-3, 802-4の視界内にある測位ユニット装置803も、自己位置決定能力を持つ。測位ユニット装置信号が建物804内が通るかに関しては限界があるかもしれない。しかしながら、ひとたび建物内の測位ユニット装置803が位置決定解答を得れば、他の測位ユニット装置は、自己統合でき、屋内環境でNPSを更に広げながら、この装置803から広がってゆく。これにより、測位ユニット装置の「蜘蛛の巣のような」構造の発達に繋がってゆくのである。この蜘蛛の巣のような構造を持つネットワークにより、NPSは、幾何学、信号強度、測距観測という点においても瞬間整数値バイアス決定と言う点においても強みを持つことになり、この利点により非常に高精度な結果を得られることになる。

【0087】

幾何学に優れていることは、正確な位置決定においては最も大切なものであり、測位ユニット装置の成功に繋がるものである。幾何学は、「GDOP」(Geometric Dilution of Precision:幾何学的精度低下率)という単位を持たない言葉で測られる。高いGDOP条件での測位ユニット装置の広がりを拒否することにより、幾何学上の伝達誤差(geometric propagation errors)を厳しくコントロールすることが望ましい。過度のGDOP値を持つ測位ユニット装置がネットワークに入るのをリジェクトするような設定が望ましい。

ネットワーク構造の側

望ましいNPSの実施例においては、ユーザー用測位ユニット装置は、各々、環境に応じて違う方式で自己位置決定をするようになっている。

【0088】

ユーザー用測位ユニット装置は、3つ以上のGPS衛星信号から測距する自律型GPS受信機として使用される。これにより、100メートル2dRMSの位置精度を得られる。

【0089】

ユーザー用測位ユニット装置は、2つ以上のGPS衛星信号からの測距可能で、また更に、WAASの補正值衛星(differential correction satellite)からの測距も可能で、数メートルの補正值位置精度が得られる。

【0090】

ユーザー用測位ユニット装置は、2つ以上のGPS衛星信号から測距可能で、また、他の一つの固定測位ユニット装置一つからも測距可能だ。その固定測位ユニット装置は、更に測距源を提供し、メートルレベルの精度が得られるLADGPS補正值も提供する。一つの固定測位ユニット装置は、初期整数値バイアス決定が可能の際は、更にCDGPS補正值も提供する。これは、従来の衛星、又は、移動測位ユニット装置幾何学変化によって達成される。

【0091】

ユーザー用測位ユニット装置は、多数のGPS衛星信号から測距可能で、都市峡谷の場合などは多数の固定測位ユニット装置からも測距可能だ。このシナリオでは、幾何学的に優れた測距源を十二分に得られることになる。5つの2周波測位ユニット装置へのアクセスにより、単一エポックWL搬送波位相整数値バイアス決定が行われ、これによりセンチレベルの精度を提供する。

【0092】

ユーザー用測位ユニット装置は、多数の固定測位ユニット装置からのみの測距も可能だ。これは、屋内のような衛星から閉ざされた環境の時に起こる。5つの2周波測位ユニット装置へのアクセスにより、単一エポックWL搬送波位相整数値バイアス決定が行われ、これによりセンチレベルの精度を提供する。

代わりの実施例(Alternate Embodiments)

測位ユニット装置に、自律型な単独測位を可能にするために、原子時計のような精密時刻標準(precision time standards)を含ませることもできる。その際は、測位ユニット装置時計をモニターする必要がある、また、ネットワーク時間の

正確さを保つための時刻電送技術が必要になる。

【0093】

測位ユニット装置は、ペア方向関連(pairs-wise)ベースで交信することもでき、これにより装置間で相対測位ができる。この相対測位技術は、測位ユニット装置ネットワークに広がり、相対測位ユニット装置の蜘蛛の巣のような構造を作りあげる。

【0094】

移動型測位ユニット装置は、受信専用装置専用にも設定できる。この場合は、移動型測位ユニット装置は、3次元位置決定のために、その視界内で送信している他の測位ユニット装置を4つ以上必要とする。

【0095】

上記は本発明の代わりの実施例というかたちで説明されたものであるが、ここで上げた例のような修正とバリエーションは、この技術に精通した人にとっては明らかなように、本文書で述べられてきた本発明の拡張範囲領域として考えるべきである。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の技術のGPS(Global Positioning System:全地球測位システム)を図で示したものである。

【図2】従来の技術のDGPS(Differential Global Positioning System:ディファレンシャルGPS)を図で示したものである。

【図3】従来の技術で、補正された(differentially corrected)擬似衛星送信機を統合したDGPSを図に示したものである。

【図4】直接測距(direct-ranging)測位ユニット装置を取り入れた、本発明によるNPS(Network Positioning System:ネットワーク測位システム)の実施例の一つを、図に示したものである。

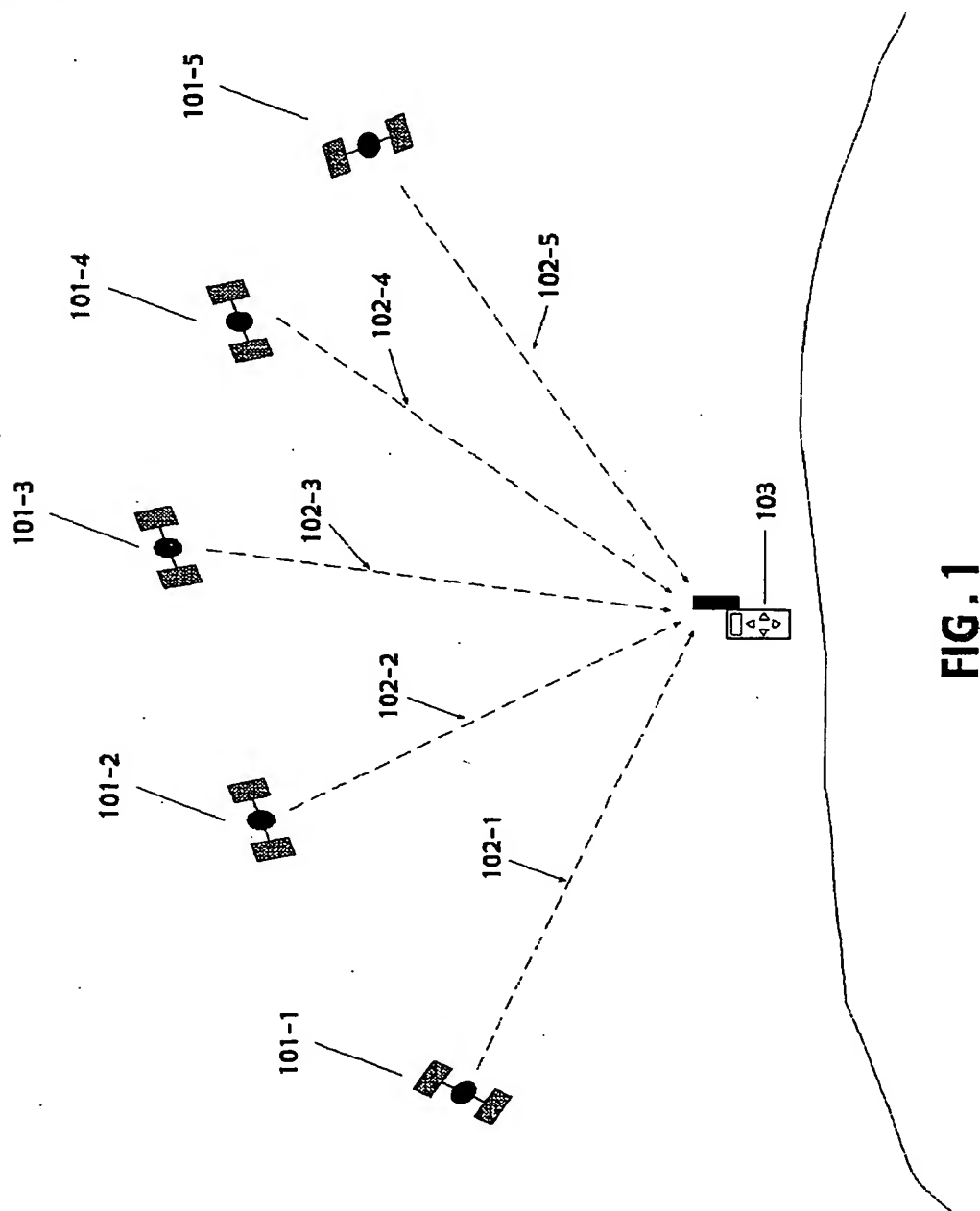
【図5】補正された測位ユニット装置を取り入れた、本発明によるNPSの望ましい実施例の一つを、図に示したである。

【図6】測位ユニット装置の電波が届かない環境における、本発明によるNPSの他の実施例を、図に示したものである。

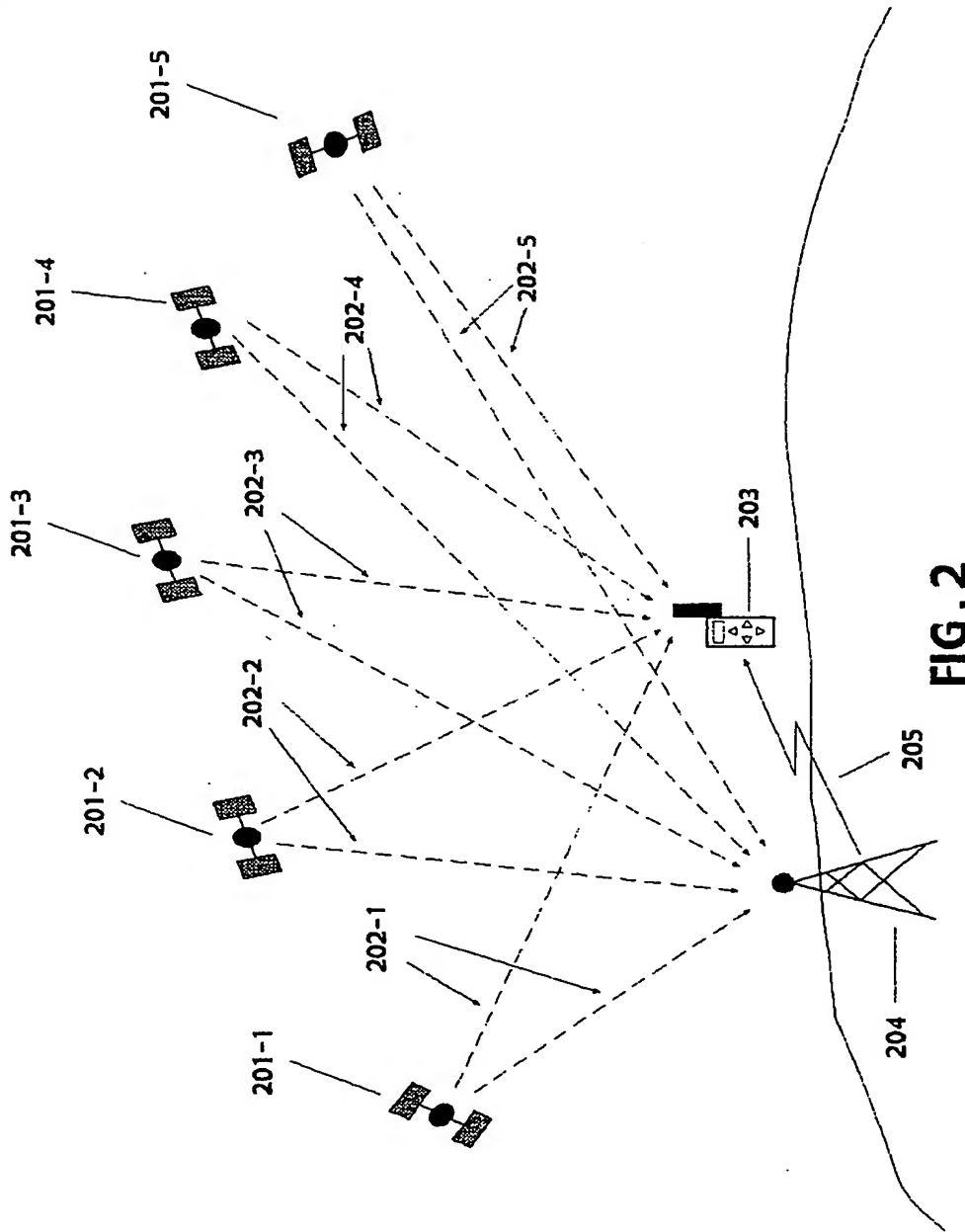
【図7】本発明によるネットワーク測位ユニット装置の全体構造の実施例の一つを図に示したものである。

【図8】衛星不明瞭環境における、本発明によるNPSの全体構造の実施例の一つを、図に示したものである。

【図1】



【図 2】



【図3】

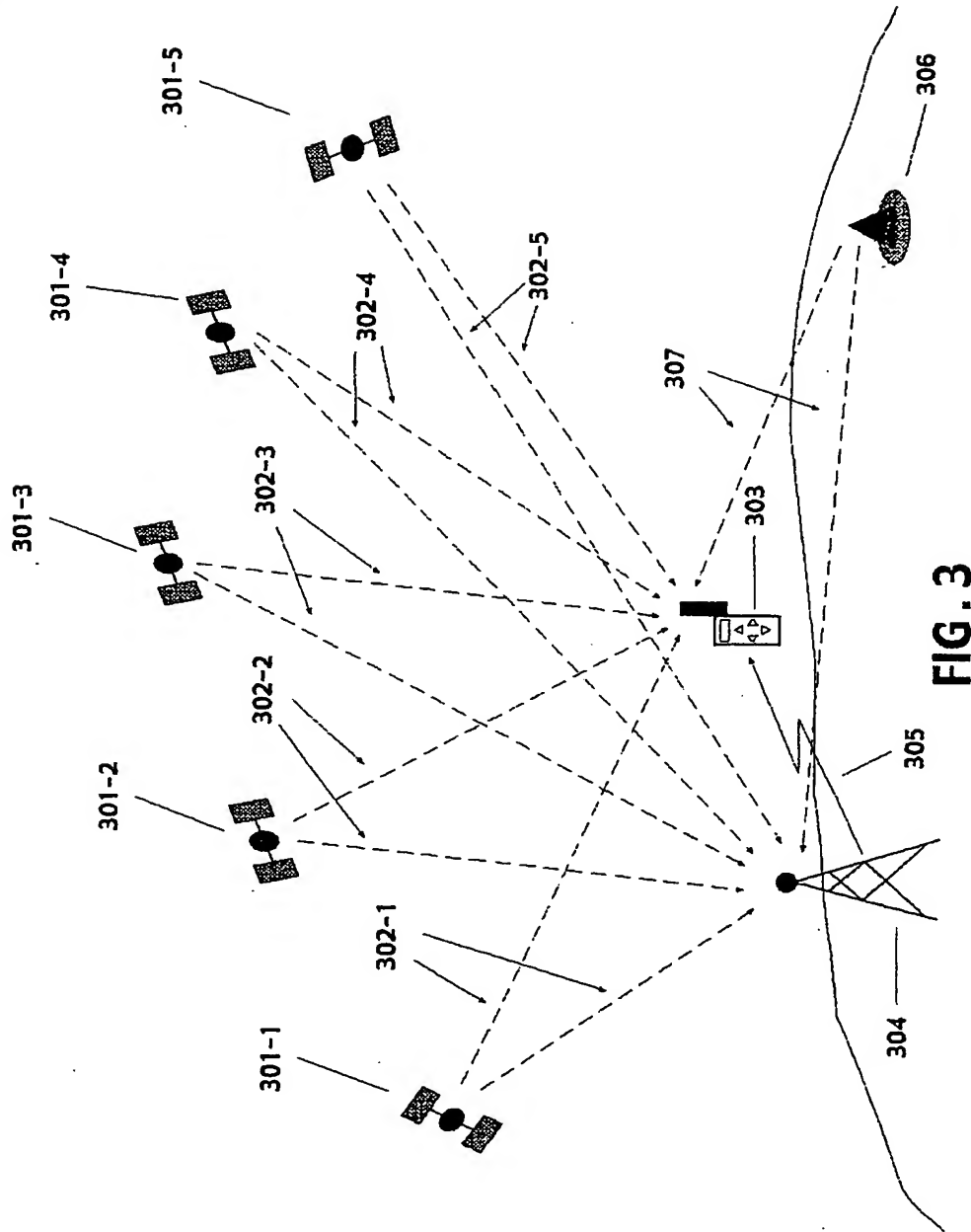


FIG. 3

【図4】

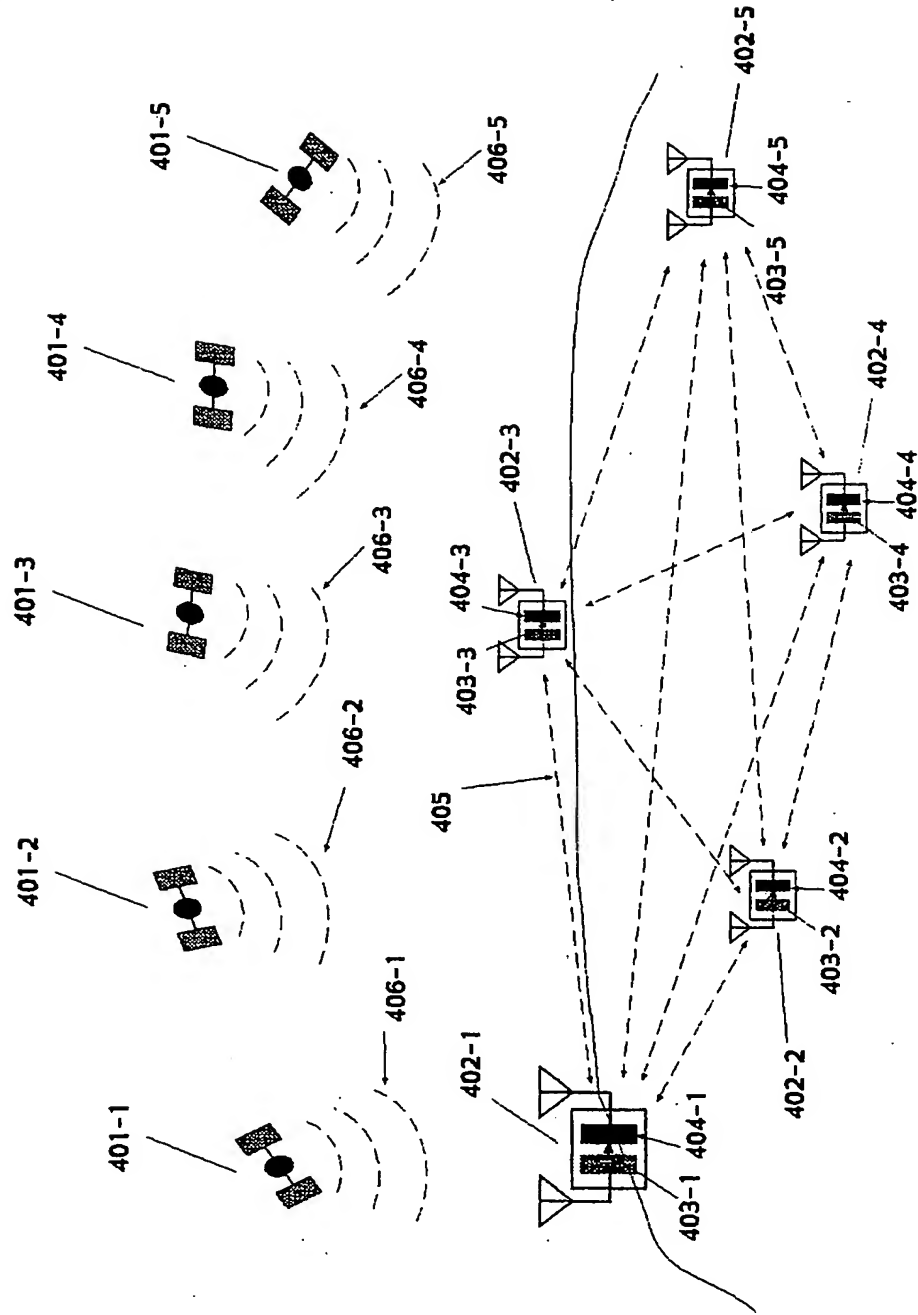


FIG. 4

【図 5】

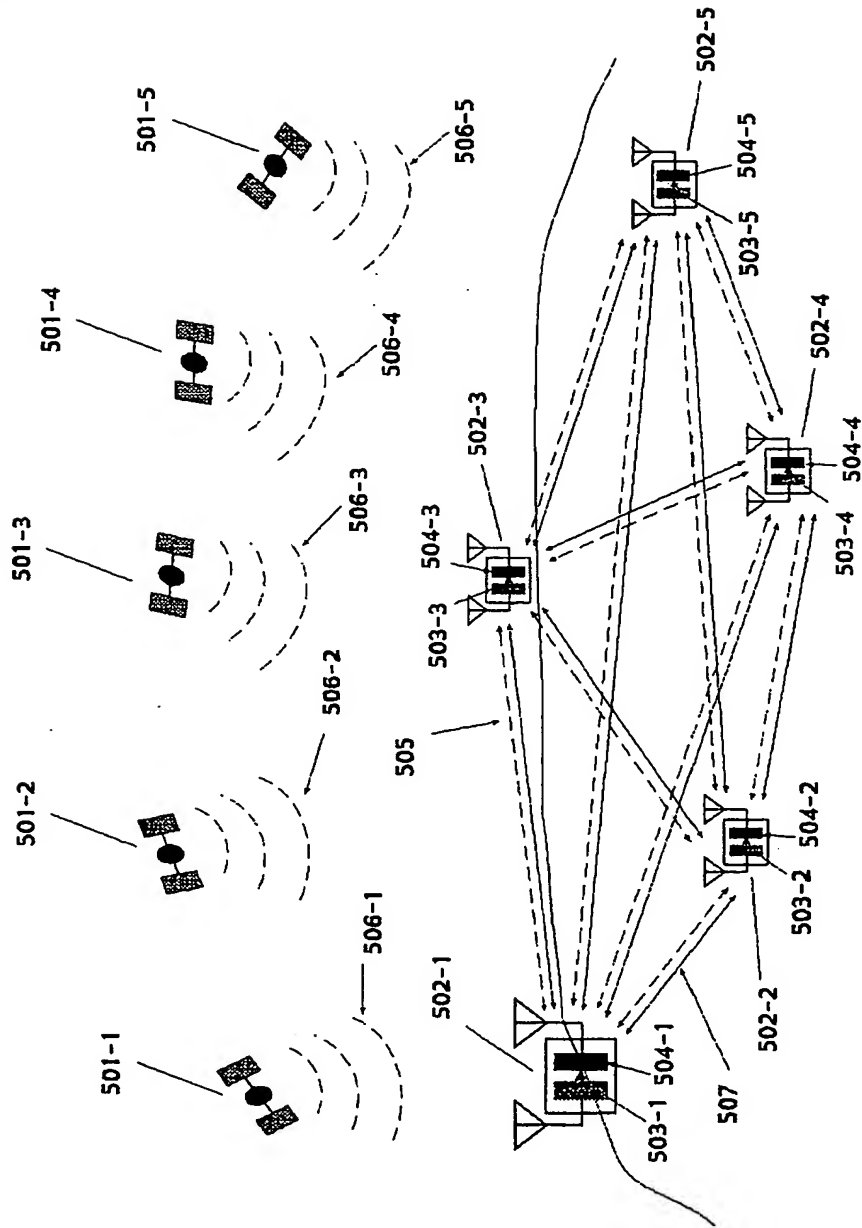


FIG. 5

【図6】

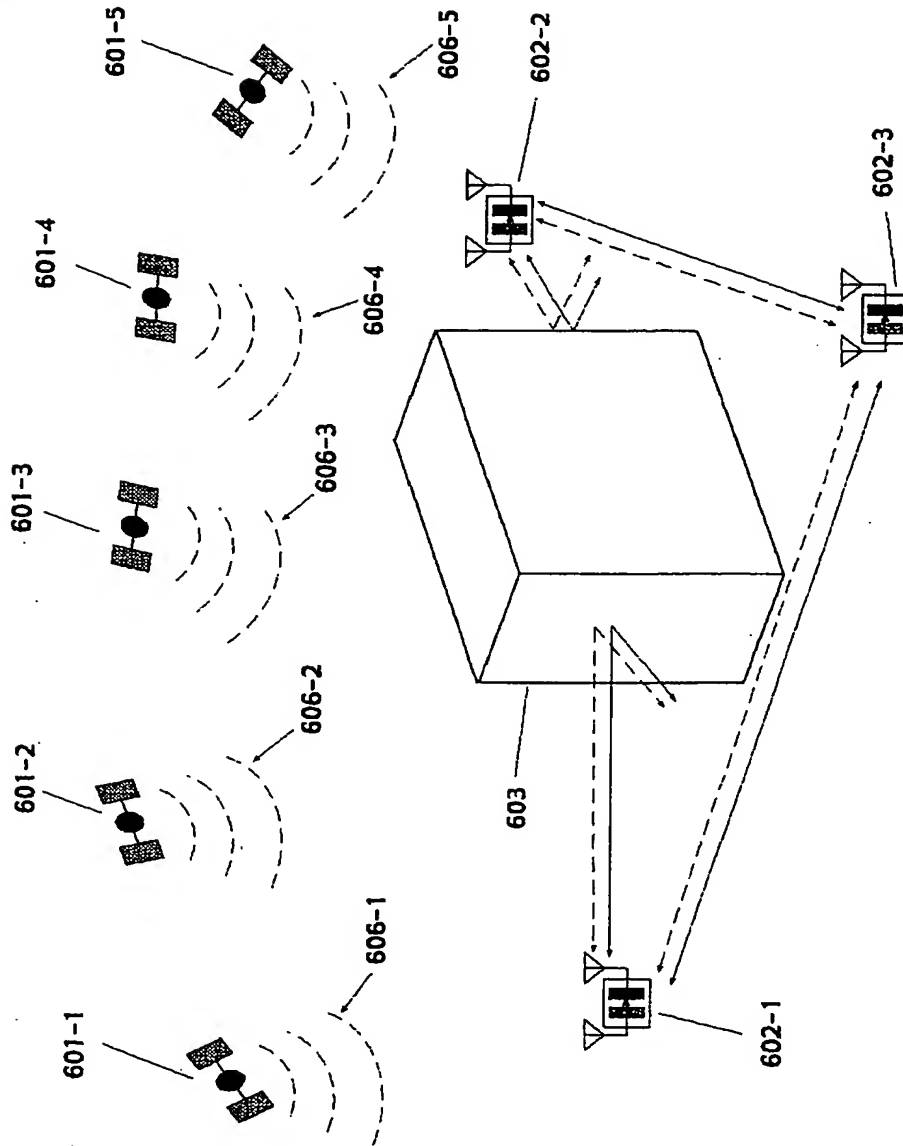


FIG. 6

【図7】

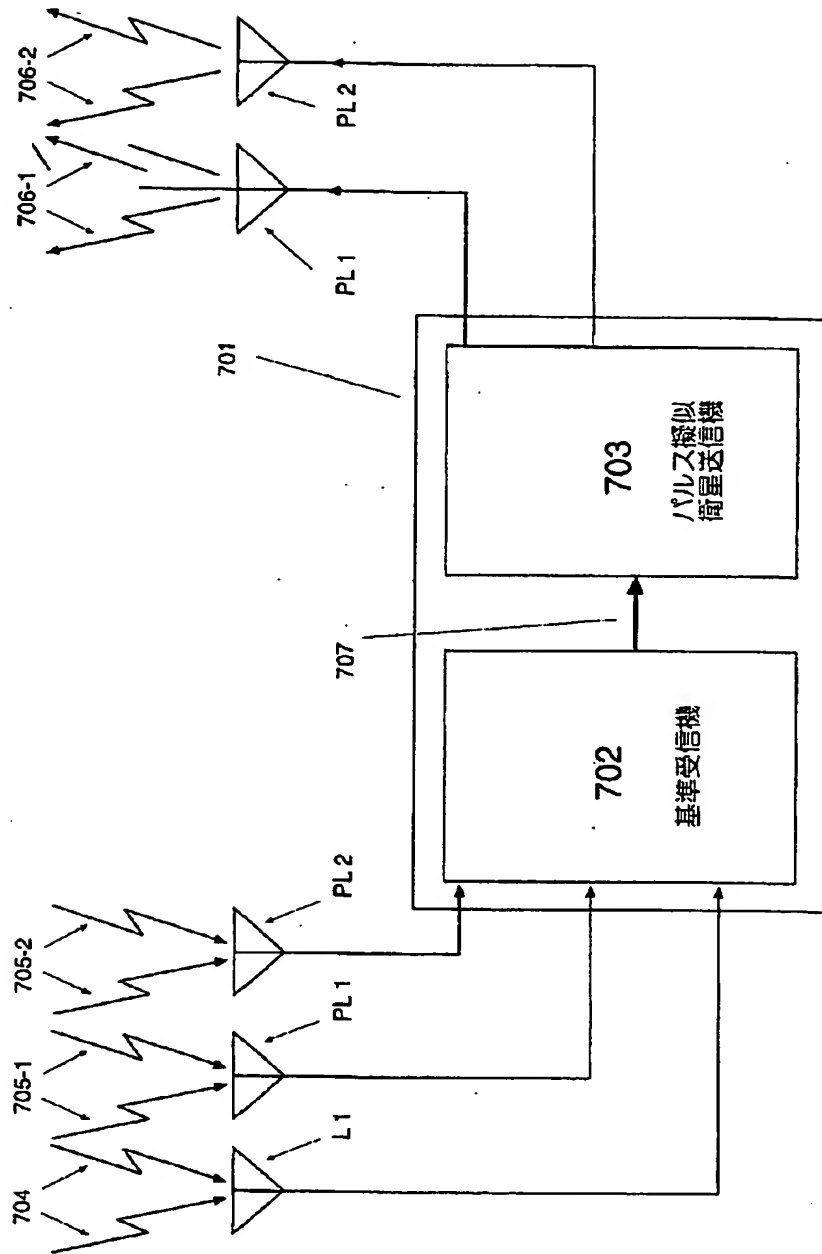


FIG.7

【图8】

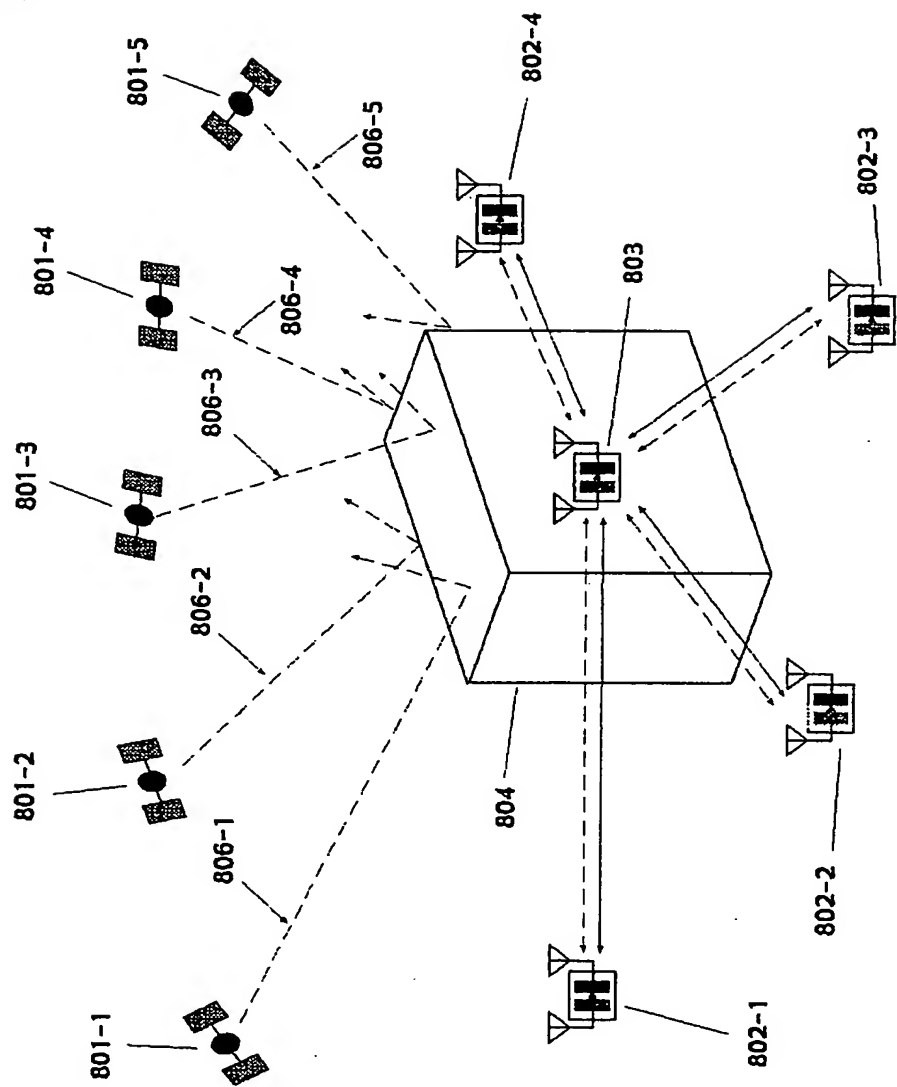
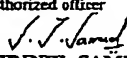


FIG. 8

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

		International application No. PCT/AU 99/00423
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
Int Cl ⁶ : G01S 5/02, 5/14; H04B 7/185		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC: G01S 1/C, H04B 7/C		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched AU: IPC AS ABOVE		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) WPAT: Global and Position; and Satellite# and Network JAPIO: " as above "		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5,155,490 A (SPRADLEY, Jr. et al.) 13 October 1992 Whole document	1-20
A	US 5,323,322 A (MUELLER et al.) 21 June 1994 Whole document	1-20
A	WO 95/18977 A1 (TRIMBLE NAVIGATION) 13 July 1995 Whole Document	1-20
A	WO 95/18978 A1 (TRIMBLE NAVIGATION) 13 July 1995 Whole document	1-20
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex		
* Special categories of cited documents "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 06 July 1999		Date of mailing of the international search report 09 JUL 1999
Name and mailing address of the ISA/AU AUSTRALIAN PATENT OFFICE PO BOX 200 WODEN ACT 2606 AUSTRALIA Facsimile No.: (02) 6285 3929		Authorized officer  SERINEL SAMUEL Telephone No.: (02) 6283 2382

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family membersInternational application No.
PCT/AU 99/00423

This Annex lists the known "A" publication level patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The Australian Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent Document Cited in Search Report		Patent Family Member	
US	5,155,490		
US	5,323,322		
WO	95/18977	NL9420044	
WO	95/18978	US 3477438	US5899957

END OF ANNEX

フロントページの続き

(81) 指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.